

## **A műtrágyázás hatása a triticales tápelemfelvételének dinamikájára**

LÁSZTITY BORIVÓJ és BICZÓK GYULA

MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete, Budapest

Ismeretes, hogy a növények tápelemfelvételében fontos szerepe van a genetikai determináltság mellett számos külső környezeti tényezőnek is /KUMAR és SINGH, 1984; LAL et al., 1978/. Ezek közül jelenlegi ismereteink szerint a talaj tápelemviszonyai számottevően befolyásolhatják a felvett mennyiséget és magának a folyamatnak a menetét is /MODI és LAL, 1981; PRASAD és SINGH, 1983/.

A triticales egy mesterségesen létrehozott növényfaj, amelyet aránylag rövid ideje termesztenek. Tápelemfelvételéről viszonylag kevés információ van /KISS és KISS, 1981; TARKOWSKI, 1972/. Az eddigi vizsgálatok során elsősorban a makroelemek, és ezen belül a nitrogén felvételével foglalkoztak /KALRA és DHIMAN, 1977; MUGWIRA és PATEL, 1977; TABL és KISS, 1983/. A felvétel dinamikájára, vagyis a tápelemfelvétel sebességére és annak időbeni változására csak kevés közlemény utal /KALRA és DHIMAN, 1977; PINO és RODRIGUES, 1980/. Munkánkkal adatokat kívánunk szolgáltatni a legfontosabb tápelemek felvételéről és a felvétel dinamikájáról.

### **Anyag és módszer**

A szabadföldi kísérletet 1980 őszén állítottuk be karbonátos homoktalajon. A talaj gyengén humuszos /1,3 %/, karbonátos /CaCO<sub>3</sub> 3 %/, tápanyagokban gyengén ellátott. A trágyázási kezelésekben 200 kg N/ha, valamint egyszeri 500 és 1000 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha és ugyanennyi K<sub>2</sub>O-dal egyenértékű műtrágyát adtunk ki, az 1. táblázatban látható kombinációkban, négy ismétlésben, véletlen blokk elrendezésben. A növénymintákat általában tíz naponként vettük a fejlődés során /LARGE, 1954/ parcellánként 0,5 m<sup>2</sup> területről a teljes föld feletti növényi rész felhasználásával, összesen tíz alkalommal. A kísérlet jelzőnövénye a rövid tenészszerű KT 77 triticales-fajta volt /a kecskeméti intézet nemesítvénye/. A kísérlet egyéb körülményeiről korábbi közleményben számoltunk be /LÁSZTITY, 1987/.

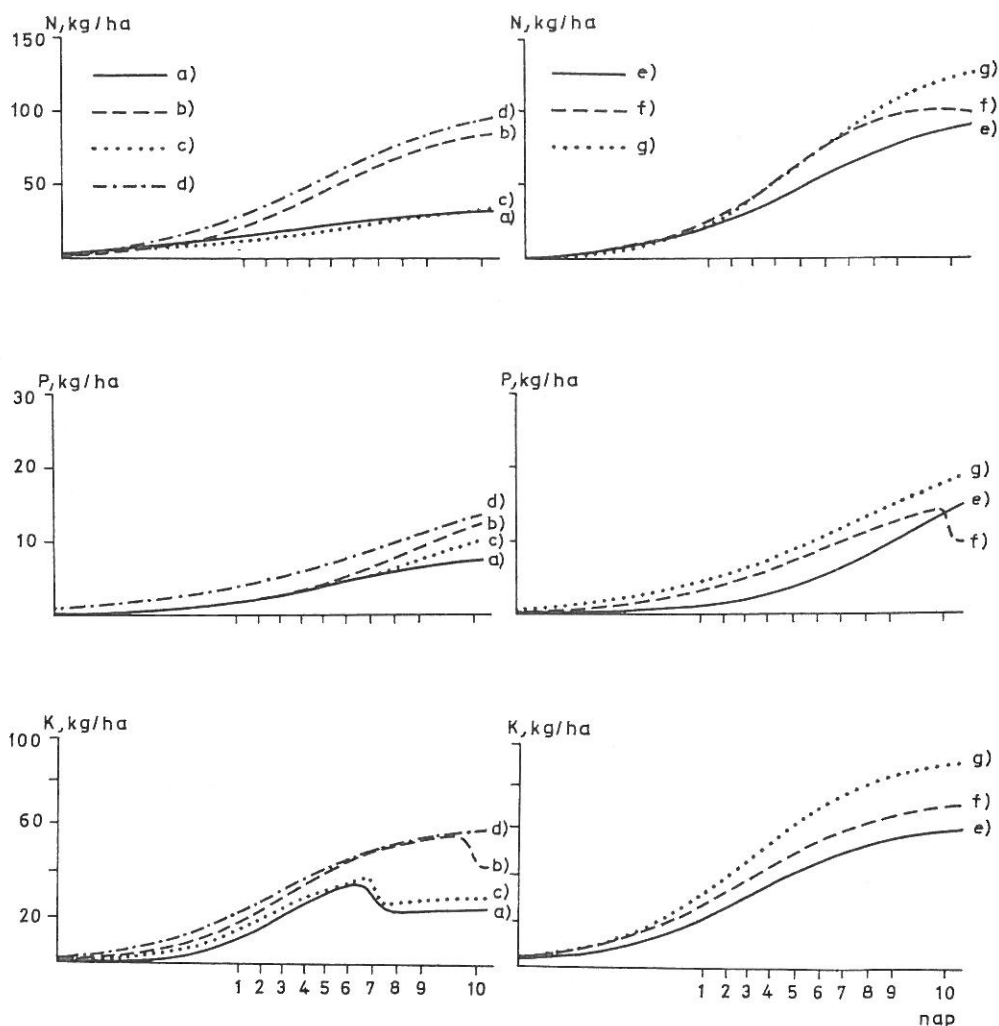
### **A kísérleti eredmények és értékelésük**

A triticalesnövény teljes föld feletti részében a nitrogén mennyisége /1. ábra/ a kezelések átlagában a bokrósodáskori 18-ról 80 kg/ha-ra, az NPK-kezelésben 22-ről 122 kg-ra emelkedett a teljes érés időpontjáig. A felvétel

kisebb ingadozással folyamatosnak mondható. Relatív gyors felhalmozás a szárbaindulás és a kalászosítás fenofázisaiban mutatkozott.

A N-, NP-, NK- és NPK-műtrágyázás valamennyi mintavételkor szignifikánsan növelte a felvett nitrogén mennyiségét a kontrollhoz és a PK-kezeléshez viszonyítva. A maximális N-felvételt az NP- és NPK-kezelésekben mértük.

A N-felvétel sebességét /1. táblázat/ elemezve látható, hogy a vegetatív fejlődés periódusában kaptuk a maximális /2,5 kg/ha körüli/ napi gyarapodást. A műtrágyahatások a tenyészidő alatt tendenciájukban azonosnak mondhatók, azonban a felvétel sebessége és a fejlődési fázisok eltolódása következtében annak időbeni változása jelentősen eltért az egyes kezelésekben.



1. ábra

A műtrágyázás hatása a triticales N-, P- és K-felvételére. Kezelések: a/ Kontroll; b/ N; c/  $P_1K_1$ ; d/  $NP_1$ ; e/  $NK_1$ ; f/  $NP_1K_1$ ; g/  $NP_2K_2$ . Vízszintes tengely: mintavételi időpontok: 1. Márc.31; 2. Ápr. 9; 3. Ápr. 21; 4. Ápr. 30; 5. Máj. 11; 6. Máj. 21; 7. Jún. 1; 8. Jún. 10; 9. Jún. 20; 10. Júl. 17.

## 1. táblázat

A műtrágyázás hatása a tápelemfelvétel sebességére a tenyészidő folyamán  
/Triticale KT-77 fajta, teljes föld feletti rész, Őrbottyán, 1981/

/1/ Kezelés	/2/ Mintavételi időközök								
	Márc.31- Ápr.9.	Ápr.9-21.	Ápr.21-30.	Ápr.30- Máj.11.	Máj.11-21.	Máj.21- Jún.1.	Jún.1-10.	Jún.10-22.	Jún.22- Júl.17.
<u>N, kg/ha/nap</u>									
1. Kontroll	0,36 <sup>x</sup>	0,66 <sup>x</sup>	-0,19	0,06	0,32	0,10	0,41	-0,24	0,24
2. N	0,80 <sup>x</sup>	0,55 <sup>x</sup>	-0,16	1,62 <sup>x</sup>	0,94	0,86	1,25	-1,71 <sup>x</sup>	0,84
3. P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	0,64 <sup>x</sup>	0,37	-0,16	0,14	0,22	-0,06	0,05	0,49	0,42
4. NP <sub>1</sub>	0,96 <sup>x</sup>	1,21 <sup>x</sup>	-0,37	1,49 <sup>x</sup>	0,84	0,82	0,73	-1,43	1,37 <sup>x</sup>
5. NK <sub>1</sub>	1,10 <sup>x</sup>	1,06 <sup>x</sup>	-0,66	1,59 <sup>x</sup>	1,72 <sup>x</sup>	-0,52	1,00	0,30	0,47
6. NP <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	1,08 <sup>x</sup>	0,50	0,56	2,36 <sup>x</sup>	1,57 <sup>x</sup>	-0,41	2,79 <sup>x</sup>	-1,77 <sup>x</sup>	0,33
7. NP <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	1,56 <sup>x</sup>	0,68 <sup>x</sup>	-0,49	2,65 <sup>x</sup>	1,83 <sup>x</sup>	0,38	0,99	-0,23	0,88
a/ SzD <sub>5%</sub> <sup>xx</sup>	0,48	0,73	1,20	0,88	2,09	2,29	3,05	2,37	1,37
b/ Átlag	0,93 <sup>x</sup>	0,72 <sup>x</sup>	-0,21	1,42 <sup>x</sup>	1,06 <sup>x</sup>	0,17	1,03	-0,61	0,65 <sup>x</sup>
<u>P, kg/ha/nap</u>									
1. Kontroll	-	0,11 <sup>x</sup>	0,08	0,06	0,04	0,03	0,15	0,08	-
2. N	0,06 <sup>x</sup>	0,12 <sup>x</sup>	-0,07	0,15 <sup>x</sup>	0,04	-0,01	0,10	0,45 <sup>x</sup>	0,04
3. P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	0,10 <sup>x</sup>	0,10 <sup>x</sup>	-0,01	0,08	0,08	-0,04	0,06	0,24 <sup>x</sup>	0,10
4. NP <sub>1</sub>	0,16 <sup>x</sup>	0,18 <sup>x</sup>	-0,06	0,16 <sup>x</sup>	0,15 <sup>x</sup>	-0,08	0,06	0,17	0,18
5. NK <sub>1</sub>	0,09 <sup>x</sup>	0,06	-0,03	0,13 <sup>x</sup>	0,07	-	-	0,48 <sup>x</sup>	0,11
6. NP <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	0,14 <sup>x</sup>	0,11 <sup>x</sup>	0,10	0,12 <sup>x</sup>	0,16 <sup>x</sup>	-0,83 <sup>x</sup>	0,01	0,52 <sup>x</sup>	-0,09
7. NP <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	0,18 <sup>x</sup>	0,16 <sup>x</sup>	0,07	0,19 <sup>x</sup>	0,02	0,28 <sup>x</sup>	-0,30 <sup>x</sup>	0,32 <sup>x</sup>	0,18 <sup>x</sup>
a/ SzD <sub>5%</sub> <sup>xx</sup>	0,07	0,09	0,16	0,12	0,17	0,18	0,24	0,28	0,19
b/ Átlag	0,10 <sup>x</sup>	0,12 <sup>x</sup>	0,01	0,13 <sup>x</sup>	0,08 <sup>x</sup>	-0,09 <sup>x</sup>	0,01	0,32 <sup>x</sup>	0,07
<u>K, kg/ha/nap</u>									
1. Kontroll	0,19	0,73 <sup>x</sup>	0,21	1,02 <sup>x</sup>	0,24	-0,93	-0,01	0,28	-0,18
2. N	0,67 <sup>x</sup>	0,92 <sup>x</sup>	-0,23	1,67 <sup>x</sup>	0,12	-0,21	0,36	0,24	-0,34
3. P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	0,85 <sup>x</sup>	0,65 <sup>x</sup>	0,07	0,76 <sup>x</sup>	0,18	-0,61	-0,38	0,39	-0,02
4. NP <sub>1</sub>	0,80 <sup>x</sup>	1,03 <sup>x</sup>	0,34	0,90 <sup>x</sup>	0,60	-0,41	-0,36	0,50	0,27
5. NK <sub>1</sub>	0,93 <sup>x</sup>	0,78 <sup>x</sup>	-0,20	1,72 <sup>x</sup>	0,41	-0,70	0,55	0,09	0,20
6. NP <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	1,11 <sup>x</sup>	0,82 <sup>x</sup>	0,86 <sup>x</sup>	1,11 <sup>x</sup>	0,89	-1,02 <sup>x</sup>	0,41	-0,28	0,45
7. NP <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	1,89 <sup>x</sup>	1,08 <sup>x</sup>	0,60	1,84 <sup>x</sup>	0,50	0,30	-1,80 <sup>x</sup>	-1,09 <sup>x</sup>	0,28
a/ SzD <sub>5%</sub> <sup>xx</sup>	0,61	0,72	1,11	0,91	1,31	1,44	1,42	1,51	0,82
b/ Átlag	0,92 <sup>x</sup>	0,86 <sup>x</sup>	0,24	1,29 <sup>x</sup>	0,42	-0,51	-0,18	0,33	0,09
<u>Ca, kg/ha/nap</u>									
1. Kontroll	0,01	0,06	0,27 <sup>x</sup>	-0,08	0,03	-0,05	-0,01	0,07	0,03
2. N	0,05	0,12 <sup>x</sup>	0,11	0,32 <sup>x</sup>	-0,02	0,13	-0,02	-0,01	-0,03
3. P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	0,06 <sup>x</sup>	0,05	0,07	0,08	-0,01	-0,03	-0,02	-0,29 <sup>x</sup>	0,03
4. NP <sub>1</sub>	0,10 <sup>x</sup>	0,18 <sup>x</sup>	0,16	0,10	0,15	0,14	0,08	-0,10	0,16 <sup>x</sup>
5. NK <sub>1</sub>	0,05	0,12 <sup>x</sup>	0,05	0,26 <sup>x</sup>	0,03	-	0,02	0,08	0,14 <sup>x</sup>
6. NP <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	0,06 <sup>x</sup>	0,12 <sup>x</sup>	0,15	0,30 <sup>x</sup>	-0,04	0,09	-0,12	-0,02	0,18 <sup>x</sup>
7. NP <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	0,17 <sup>x</sup>	0,07	0,11	0,31 <sup>x</sup>	0,03	0,20 <sup>x</sup>	-0,15	0,05	0,22 <sup>x</sup>
a/ SzD <sub>5%</sub> <sup>xx</sup>	0,08	0,09	0,19	0,19	0,21	0,21	0,31	0,24	0,15
b/ Átlag	0,07 <sup>x</sup>	0,10 <sup>x</sup>	0,13 <sup>x</sup>	0,18 <sup>x</sup>	0,02	0,07 <sup>x</sup>	-0,03	-0,03	0,10 <sup>x</sup>

/1/ Kezelés	/2/ Mintavételi időközök								
	Márc.31- Ápr.9.	Ápr.9-21.	Ápr.21-30.	Ápr.30- Máj.11.	Máj.11-21.	Máj.21- Jún.1.	Jún.1-10.	Jún.10-22.	Jún.22- Júl.17.
	<u>Mg, g/ha/nap</u>								
1. Kontroll	20 <sup>x</sup>	20	30	60 <sup>x</sup>	30	10	60	150 <sup>x</sup>	-60
2. N	40 <sup>x</sup>	40 <sup>x</sup>	20	140 <sup>x</sup>	80 <sup>x</sup>	80 <sup>x</sup>	90	110	-120 <sup>x</sup>
3. P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	20 <sup>x</sup>	40 <sup>x</sup>	20	60 <sup>x</sup>	10	40	10	150 <sup>x</sup>	-20
4. NP <sub>1</sub>	50 <sup>x</sup>	70 <sup>x</sup>	70 <sup>x</sup>	60 <sup>x</sup>	220 <sup>x</sup>	-	240 <sup>x</sup>	-110	-40
5. NK <sub>1</sub>	30 <sup>x</sup>	60 <sup>x</sup>	20	140 <sup>x</sup>	20	90 <sup>x</sup>	50	160 <sup>x</sup>	-80 <sup>x</sup>
6. NP <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	30 <sup>x</sup>	50 <sup>x</sup>	80 <sup>x</sup>	160 <sup>x</sup>	60	70 <sup>x</sup>	120 <sup>x</sup>	130 <sup>x</sup>	-90 <sup>x</sup>
7. NP <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	50 <sup>x</sup>	60 <sup>x</sup>	60 <sup>x</sup>	100 <sup>x</sup>	150 <sup>x</sup>	220 <sup>x</sup>	-70	60	-
a/ SzD <sub>5%</sub> <sup>xx</sup>	20	29	56	68	95	93	167	160	94
b/ Átlag	30 <sup>x</sup>	50 <sup>x</sup>	40 <sup>x</sup>	100 <sup>x</sup>	80 <sup>x</sup>	70 <sup>x</sup>	70 <sup>x</sup>	90 <sup>x</sup>	-60 <sup>x</sup>
<u>Fe, g/ha/nap</u>									
1. Kontroll	3,4	-1,8	8,8 <sup>x</sup>	13,2 <sup>x</sup>	10,6	2,4	16,1	-4,3	-3,5
2. N	17,3 <sup>x</sup>	-6,3 <sup>x</sup>	2,6	20,0 <sup>x</sup>	-1,3	28,5 <sup>x</sup>	14,6	-10,2	-3,6
3. P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	15,3 <sup>x</sup>	-6,0	1,6	14,2 <sup>x</sup>	6,3	4,1	6,7	-6,7	8,0
4. NP <sub>1</sub>	14,2 <sup>x</sup>	-3,6	25,3 <sup>x</sup>	0,6	29,4 <sup>x</sup>	8,0	-4,4	5,1	-3,2
5. NK <sub>1</sub>	14,0 <sup>x</sup>	-3,6	8,2 <sup>x</sup>	16,8 <sup>x</sup>	20,0 <sup>x</sup>	15,4	-16,4	15,4	2,1
6. NP <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	16,1 <sup>x</sup>	-6,0	16,9 <sup>x</sup>	31,8 <sup>x</sup>	-9,4	19,2 <sup>x</sup>	10,0	-12,8	1,7
7. NP <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	15,4 <sup>x</sup>	-3,2	1,7	28,0 <sup>x</sup>	-3,2	42,3 <sup>x</sup>	-36,2 <sup>x</sup>	9,6	11,8 <sup>x</sup>
a/ SzD <sub>5%</sub> <sup>xx</sup>	11,5	8,7	9,7	10,7	15,7	19,0	31,9	23,6	12,8
b/ Átlag	13,7 <sup>x</sup>	-4,4	9,3 <sup>x</sup>	17,8 <sup>x</sup>	4,9	17,1 <sup>x</sup>	-1,4	-0,6	1,9
<u>Mn, g/ha/nap</u>									
1. Kontroll	2,0 <sup>x</sup>	-0,1	2,9	2,6	0,5	0,8	1,5	1,4	-1,0
2. N	3,2 <sup>x</sup>	0,9	2,2	5,5 <sup>x</sup>	2,6	3,4	1,9	0,2	-1,4
3. P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	2,8 <sup>x</sup>	1,2	0,3	3,3	10,6 <sup>x</sup>	-7,8 <sup>x</sup>	-3,4	3,0	-0,1
4. NP <sub>1</sub>	3,3 <sup>x</sup>	1,6	3,8 <sup>x</sup>	4,5 <sup>x</sup>	2,3	4,8	2,9	-	1,8
5. NK <sub>1</sub>	3,1 <sup>x</sup>	2,2 <sup>x</sup>	1,8	4,2 <sup>x</sup>	4,8	-0,6	2,8	3,2	-0,8
6. NP <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	4,1 <sup>x</sup>	2,4 <sup>x</sup>	4,5 <sup>x</sup>	8,9 <sup>x</sup>	1,3	4,9	4,2	-3,3	-0,2
7. NP <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	3,9 <sup>x</sup>	2,7 <sup>x</sup>	2,4	9,7 <sup>x</sup>	2,6	8,3 <sup>x</sup>	0,4	-0,5	1,1
a/ SzD <sub>5%</sub> <sup>xx</sup>	2,7	2,8	4,4	4,9	9,0	9,1	10,7	8,5	6,1
b/ Átlag	3,2 <sup>x</sup>	1,6 <sup>x</sup>	2,6 <sup>x</sup>	5,5 <sup>x</sup>	3,5	2,0	1,5	0,6	-0,9
<u>Zn, g/ha/nap</u>									
1. Kontroll	0,3 <sup>x</sup>	0,8 <sup>x</sup>	0,5	1,5 <sup>x</sup>	1,0	-0,3	0,8	1,5	-0,2
2. N	1,0 <sup>x</sup>	0,7 <sup>x</sup>	0,4	1,5 <sup>x</sup>	1,4	1,1	1,8	1,4	-0,1
3. P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	0,3 <sup>x</sup>	0,8 <sup>x</sup>	-0,1	1,6 <sup>x</sup>	0,3	-0,1	-	2,3 <sup>x</sup>	-0,1
4. NP <sub>1</sub>	1,1 <sup>x</sup>	0,5 <sup>x</sup>	0,5	1,0 <sup>x</sup>	2,0 <sup>x</sup>	1,1	1,2	0,3	0,7
5. NK <sub>1</sub>	0,7 <sup>x</sup>	1,3 <sup>x</sup>	0,4	2,4 <sup>x</sup>	1,4	0,8	-0,5	3,8 <sup>x</sup>	-0,1
6. NP <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	0,9 <sup>x</sup>	1,2 <sup>x</sup>	0,7	2,0 <sup>x</sup>	0,5	2,9 <sup>x</sup>	0,7	0,3	-0,4
7. NP <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	0,9 <sup>x</sup>	1,3 <sup>x</sup>	0,2	1,4 <sup>x</sup>	0,5	5,2 <sup>x</sup>	-1,5	1,0	-0,6
a/ SzD <sub>5%</sub> <sup>xx</sup>	0,4	0,6	1,1	1,1	2,0	2,1	3,1	2,8	1,6
b/ Átlag	0,7 <sup>x</sup>	0,9 <sup>x</sup>	0,4	1,6 <sup>x</sup>	1,0 <sup>x</sup>	1,5 <sup>x</sup>	0,4	1,5 <sup>x</sup>	-0,1

## 1. táblázat folytatása

/1/ Kezelés	/2/ Mintavételi időközök							
	Márc.31- Ápr.9.	Ápr. 9-21.	Ápr. 21-30.	Ápr.30- Máj.11.	Máj. 11-21.	Máj. 21- Jún.1.	Jún. 1-10.	Jún. 10-22. Júl.17.
	Cu, g/ha/nap							
1. Kontroll	0,1	0,1	0,2 <sup>x</sup>	0,1	0,2	0,1	0,5	0,3 -0,1
2. N	0,3 <sup>x</sup>	0,1	-	0,4 <sup>x</sup>	0,3 <sup>x</sup>	0,2	0,6	0,4 -
3. P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	0,2 <sup>x</sup>	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,5 -0,1
4. NP <sub>1</sub>	0,3 <sup>x</sup>	0,2 <sup>x</sup>	0,4 <sup>x</sup>	0,3 <sup>x</sup>	0,1	0,1	0,8 <sup>x</sup>	0,3 0,2
5. NK <sub>1</sub>	0,4 <sup>x</sup>	0,1	0,2 <sup>x</sup>	0,2 <sup>x</sup>	0,3 <sup>x</sup>	0,1	0,5 <sup>x</sup>	0,7 <sup>x</sup> -
6. NP <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	0,3 <sup>x</sup>	0,1	0,2 <sup>x</sup>	0,4 <sup>x</sup>	0,1	0,7 <sup>x</sup>	-0,2	0,6 <sup>x</sup> -0,1
7. NP <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	0,5 <sup>x</sup>	0,1	0,1	0,5 <sup>x</sup>	0,2 <sup>x</sup>	1,0 <sup>x</sup>	0,2	0,2 -
a/ SzD <sub>5%</sub> <sup>xx</sup>	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4	0,7	0,6 0,4
b/ Átlág	0,3 <sup>x</sup>	0,1 <sup>x</sup>	0,2 <sup>x</sup>	0,3 <sup>x</sup>	0,2 <sup>x</sup>	0,3 <sup>x</sup>	0,4 <sup>x</sup>	0,4 <sup>x</sup> -0,02

Megjegyzés: a feltüntetett sebességek az egymást követő két mintavételi időpont közötti átlagértékek; <sup>x</sup> az egymást követő két mintavételi időpontban a felvett mennyiség szignifikánsan különböző volt; <sup>xx</sup> SzD<sub>5%</sub> az oszlopon belül

A foszfor akkumulációja /1. ábra/ hasonló képet mutat, mint a nitrogéné. A maximumokat itt a teljes éréskor kaptuk. Lényeges eltérés, hogy a felvett foszfor mennyisége a tenyészidő folyamán a betakarítás időpontjáig folytonosan nőtt. A P-felvétel sebessége a szárbaindulás után a legnagyobb. Minden műtrágyakezelés növelte a felvett foszfor mennyiségét a kontrollhoz képest. A legnagyobb akkumulációt az NP- és NP<sub>2</sub>K<sub>2</sub>-kezelés eredményezte. Pozitív nitrogén x foszfor kölcsönhatás figyelhető meg.

A P-felvétel sebessége /1. táblázat/ a növekedési szakaszban hasonló a nitrogénéhez, a generatív szakaszban azonban attól eltért.

A műtrágyakezelések átlagában vizsgálva a felvett kálium mennyiségét, az őszi gabonánövényekre jellemzően és az irodalmi adatokkal megegyezően, a triticalesnél is a vegetatív növekedési periódus végén, kalászoláskor érte el a maximumot. A K-felhalmozásban az intenzív gyarapodás időszaka a szárbaindulás volt. Minden műtrágyakezelés növelte a K-felvételt, a maximális felvételt az NPK-kezelésnél volt.

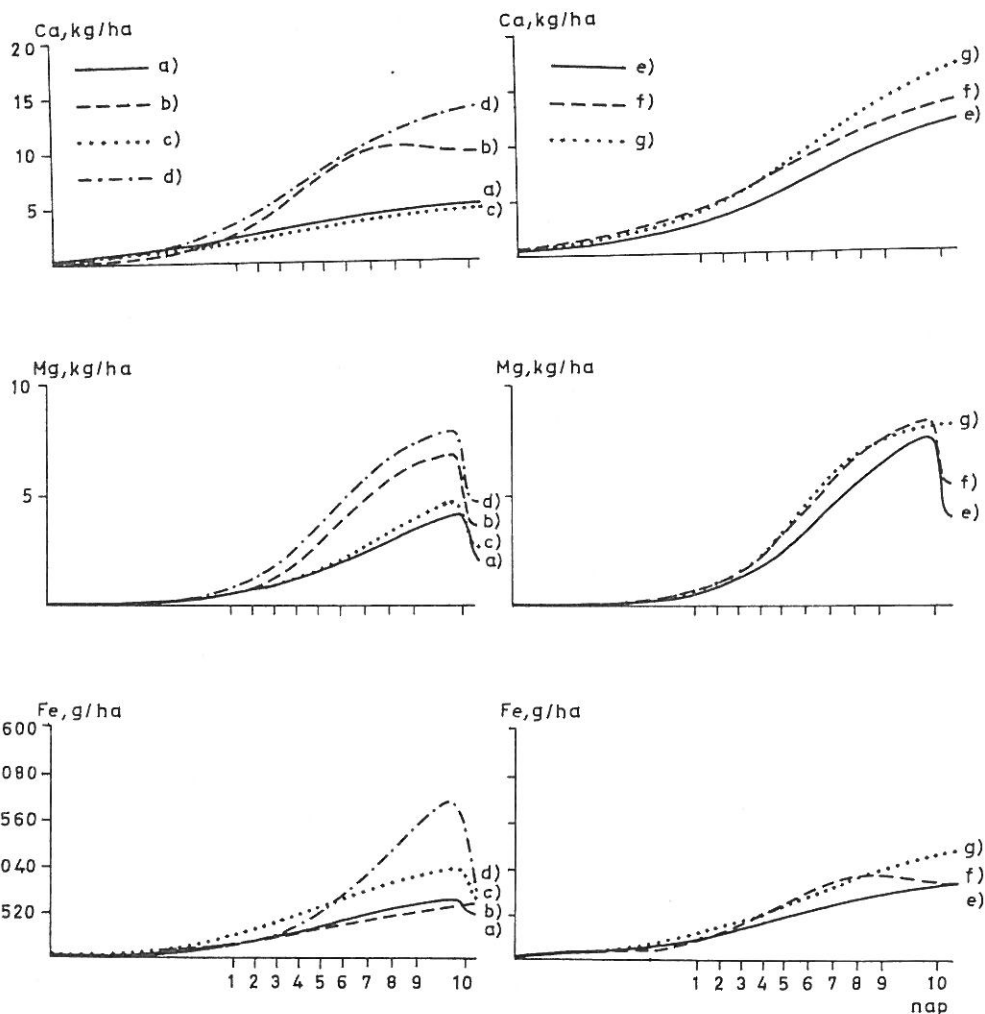
A K-felvétel sebessége /1. táblázat/ a kalászoláskor, ill. a virágzásban tetőzött, majd csökkent. Az egyes műtrágyakezelések hatására a felvétel sebessége nőtt. Mivel a fejlődési fázisokban eltolódások következtek be, műtrágyázás hatására a felvételi maximum helye is változott.

A Ca-felhalmozás a növényben /2. ábra/ a tenyészidő végéig tartott. A trágyakezelések átlagában vizsgálva, a teljes éréskor kaptuk a maximumot. A műtrágyázás növelte a Ca-felvételt. A hatása a P<sub>1</sub>K<sub>1</sub>-kezelés kivételével szignifikáns volt minden időpontban. A kálium antagónisztikus hatása megfigyelhető, azonban csak kevés esetben volt statisztikailag igazolható. A Ca-akkumuláció sebessége /1. táblázat/ a kezelések átlagában a kalászolóást megelőzően érte el a maximális napi 0,2 kg/ha értéket.

A triticales Mg-felvétele a kísérlet átlagában /2. ábra/ a teljes érésig tartott, utána egy viszonylagosan nagy és gyors csökkenés következett be. A műtrágyázási kezelések a trágyázatlan kontrollhoz viszonyítva statisztikailag bizonyíthatóan növelték a Mg-felvételt. A N-, NP- és NPK-kezeléseknél a

növekedés nagyobb volt, a kálium negatív antagonisztikus hatása ennél az elemnél is megfigyelhető.

A Mg-felhalmozás sebessége /1. táblázat/ a triticalesban napi 100 g/ha



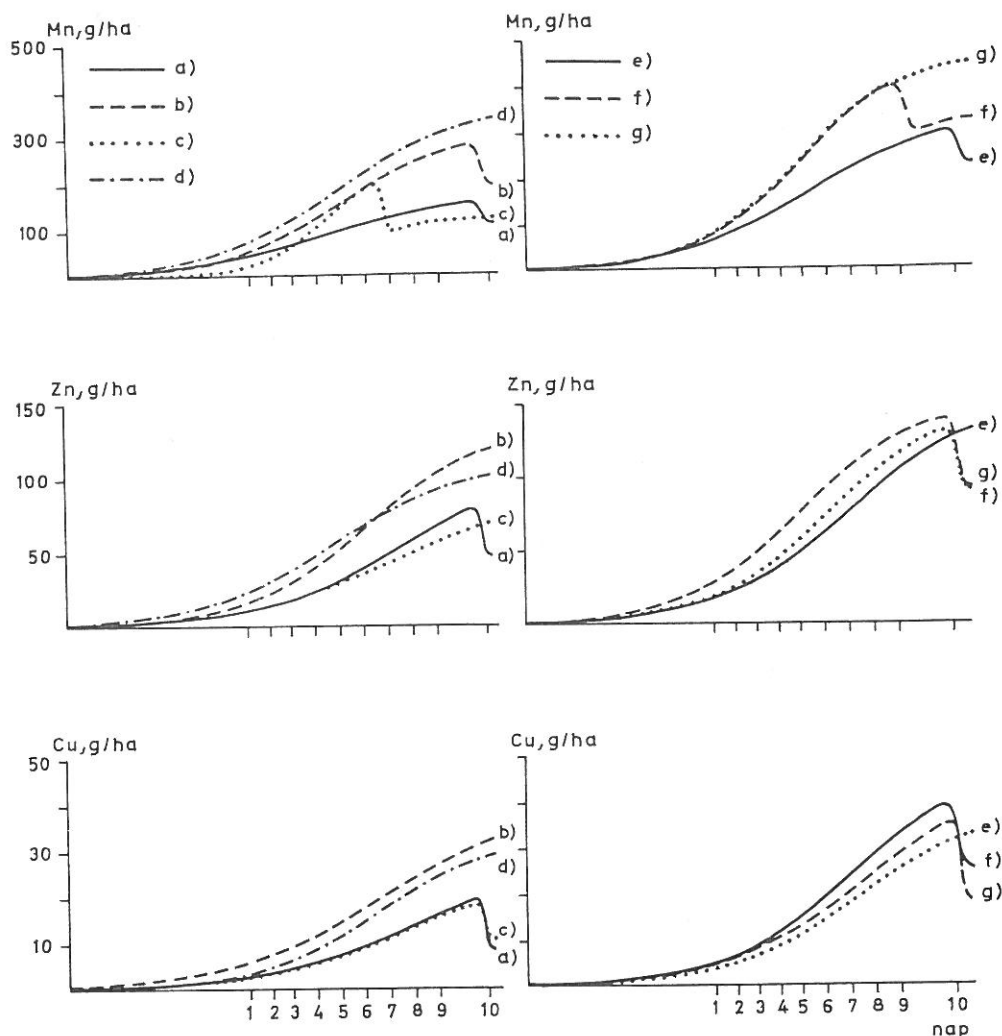
2. ábra

A műtrágyázás hatása a triticales Ca-, Mg- és Fe-felvételére. Kezelések és mintavételi időpontok: lásd 1. ábra

menyiséggel, kalászoláskor tetőzött. A vegetatív növekedés fázisában a műtrágyázás szignifikánsan növelte a Mg-felvétel sebességét.

A triticales Fe-felvétele /2. ábra/ zömében a vegetatív periódusra esett. A virágzást követően gyakorlatilag nem, vagy minimális volt a gyarapodás. Az

erőteljes és gyors felhalmozás időszaka itt is a szárbaindulást követően jelentkezik. A műtrágyázás szignifikánsan növelte a felvett Fe mennyiségét a



3. ábra

A műtrágyázás hatása a triticales Mn-, Zn és Cu-felvételére. Kezelések és mintavételi időpontok: lásd 1. ábra

kontrollhoz és a PK-kezelésekhez viszonyítva. A hatás tehát főként a nitrogén /N, NP, NK, NPK/ kezelésekhez kötődött.

A Fe-felhalmozás sebessége a triticalesban /1. táblázat/ a külső tényezőktől, valószínűleg elsősorban a csapadékviszonyoktól függően ingadozott. A legnagyobb értéket kalászosláskor mértük /napi 42 g/ha-t az NPK-kezelésben. A virágzás után rohamosan csökkent a napi felvétel. A tenyészidő alatt mért

változás a vegetatív fázisban többségében igazolható, míg a generatív szakaszban a kísérlet átlagában nem, csupán egy-egy kezelésben. A műtrágyahatás a felvétel sebességére azonos jellegű, mint a felvételre.

A triticales Mn-felvétele /3. ábra/ a kezelések átlagában a teljes érésig tartott. A felhalmozás menete törésmentes volt és a felvétel zöme a vegetatív növekedési periódusra esett. A felvétel a szárbainduláskor felgyorsult. A műtrágyázási kezelések hatására a Mn-felvétel nőtt. A maximális felvételt az NPK-kezelésekben mértük. Ezek szignifikánsan meghaladták a kontroll és a PK-kezelés Mn-felvételét.

A Mn-felvétel sebességének változása /1. táblázat/ hasonlóságot mutat a magnéziuméval. A tetőzést napi 5,5 g/ha-ral a kalászoslást követően mértük, a megelőző időszakban pedig ingadozást mutatott.

2. táblázat  
A műtrágyázás hatása a triticales tápelemfelvételére /Örbottyán, 1981/

/1/ Kezelés	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu
	kg/ha					g/ha			
A. Szem									
1. Kontroll	25,1	6,4	6,2	0,3	1,5	35,0	36,4	40,6	5,9
2. N	65,7	11,4	12,5	0,8	2,9	74,5	77,1	71,8	11,4
3. P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	27,8	8,6	8,8	0,5	1,9	43,2	41,6	40,0	6,4
4. NP <sub>1</sub>	76,5	13,0	17,5	1,0	3,2	90,7	106,9	77,8	13,6
5. NK <sub>1</sub>	66,6	12,3	14,6	0,9	2,9	84,7	84,7	81,8	12,6
6. NP <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	73,7	11,0	16,2	0,6	3,1	88,7	91,8	67,3	10,4
7. NP <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	93,9	16,0	19,4	1,1	3,8	110,2	114,0	64,6	11,8
a/ SzD <sub>5%</sub>	25,5	4,7	6,0	0,4	1,2	31,2	33,2	26,4	4,5
b/ Átlag	61,3	11,2	13,6	0,7	2,8	75,3	78,9	63,4	10,3
B. Szalma									
1. Kontroll	8,4	0,8	19,2	4,8	1,7	508	92	26	9,1
2. N	16,4	1,1	32,6	8,6	1,1	676	142	32	15,6
3. P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	10,7	2,0	22,4	4,5	1,8	622	98	26	9,6
4. NP <sub>1</sub>	24,8	2,3	41,5	13,9	2,1	735	235	26	19,4
5. NK <sub>1</sub>	20,7	1,4	44,0	11,0	1,8	740	164	35	16,4
6. NP <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	24,5	1,6	52,7	13,1	2,6	822	248	33	16,6
7. NP <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	27,8	2,1	66,6	15,8	3,7	1129	297	33	19,2
a/ SzD <sub>5%</sub>	8,0	1,1	13,2	4,5	1,5	261	89	11	5,4
b/ Átlag	19,1	1,7	39,8	10,3	2,1	748	182	30	15,7

A kísérlet átlagában a triticales Zn-felvétele gyakorlatilag a teljes érés fenofázisában befejeződött. A felvétel intenzív szakasza a szárbaindulást követően jelentkezett. Csekély eltolódással, minden kezelésben ez mutatható ki.

A nitrogént is tartalmazó műtrágyakezelések pozitívan befolyásolták a Zn-felvételt, a foszfor antagonista hatása jól kimutatható. Látható, hogy



a maximális Zn-felvételt az NK-kezelésekben kaptuk annak ellenére, hogy a szárazanyag-produkció nem ezeknél a kezeléseknél volt a legnagyobb.

A Zn-felhalmozás sebességének /1. táblázat/ maximuma a NK-kezelésben volt /2,4 g/ha/nap/ kalászos és virágzás között.

A triticales Cu-felvétele /3. ábra/ a kezelések átlagában 26 g/ha az aratás időpontjában. Az akkumuláció a tenyészidő végéig tartott. A felhalmozódás gyorsabb szakasza a virágzást követően jelentkezett. A nitrogént is tartalmazó műtrágyakezelések szignifikánsan növelték a felvett Cu-mennyiséget a kontrollhoz viszonyítva. A legnagyobb Cu-felvételt az NPK-kezelésekben mértük.

Az egyes elemeknek a szem- és szalmatermésben történő eloszlása /2. táblázat/ a következő képet mutatta: A N, P és Zn nagyobb része a szemben, a Mg és Cu közel azonos megoszlásban, míg a K-, Ca-, Fe- és Mn-felvétel nagyobb része a szalmatermésben található, az egyes elemek élettani szerepének és kémiai sajátosságainak megfelelően. A műtrágyázás hatása a szemtermésben következtetesen, a szalmatermésben - a Zn kivételével - érvényesült.

A felvételi dinamika leírásához, valamint a törvényszerűségek tanulmányozásához a BICZÓK és munkatársai /1982/ által kidolgozott egyszerű fenodinamikai modellt használtuk, mely két szubkompartmentet /felhalmozás és leépülés, ill. reflux/ tartalmaz. A görbék lefutását az 1-3. ábrákon szemléltetjük.

A N-felvétel a triticales őszi gabonában egy kezelés  $(NP_1K_1)$  kivételével leépülésmentes felhalmozást mutat, a többi őszi gabonához hasonlóan. Mint látható, az egyes kezelések hatását a modell jól követi.

A P-felvétel dinamikája a nitrogénhez hasonlóan az elemre jellemző leépülésmentes lefutást mutatta - kivéve az  $NP_1K_1$  kezelést.

### 3. táblázat

A ténylegesen mért és a modell alapján számított tápelemfelvétel összefüggés-vizsgálatának paraméterei

/1/ Tápelem	/2/ Regressziós állandó a	/3/ Regressziós koefficiens b	/4/ Korrelációs koefficiens r
N	-2,45	1,020	0,960 <sup>xxx</sup>
P	-0,119	1,019	0,964 <sup>xxx</sup>
K	-1,345	0,990	0,959 <sup>xxx</sup>
Ca	-0,488	1,037	0,972 <sup>xxx</sup>
Mg	-0,124	1,032	0,986 <sup>xxx</sup>
Fe	66,168	0,830	0,904 <sup>xxx</sup>
Mn	-4,869	1,013	0,989 <sup>xxx</sup>
Zn	-5,049	1,007	0,959 <sup>xxx</sup>
Cu	-0,371	1,025	0,987 <sup>xxx</sup>

xxx p = 0,1 % valószínűségi szinten szignifikáns

A K-felvétel karakterisztikus dinamikát mutat: a N-hiányos, valamint az egymagában adott N-kezelésben leépüléses, míg a többi kezelésben leépülésmentes jelleget jelzett.

A Mg-felhalmozásra a leépüléssel karakter volt a jellemző, a nagyobb adagu NPK-kezelés kivételével, ahol leépülésmentes volt a dinamika, valószínűleg a kiegyensúlyozott PK-ellátottsági viszonyok következtében.

A Fe-felhalmozás mutatta a legváltozatosabb képet a lefutást illetően az egyes kezelésekben. Megtalálható mindkét dinamikai jelleg.

A Mn-felhalmozás görbéi többségükben leépüléssel jellegű lefutást jeleztek. A Zn-felvétel görbéi a kontroll és az NPK-kezelésekben leépüléssel, a többi kezelésben leépülésmentes lefutást mutattak.

A Cu-felhalmozás dinamikáját az egyes kezelésekben megosztva mindkét lefutási típus jelezte. A felvétel jellegét főként a N-, valamint a P- és K-ellátottság viszonya alakíthatta.

A modell kontrollja céljából összevetettük a modell alapján számított, valamint a ténylegesen mért felvételi adatokat az összes vizsgált elemnél és mintavételi időpontban.

Az összefüggés-vizsgálat paramétereit a 3. táblázatban mutatjuk be. Látható, hogy az összefüggések minden elem esetében szorosak és magas valószínűségi szinten szignifikánsak, alátámasztva a modell alkalmazhatóságát.

A 4. táblázatban összefoglaltuk a triticales fajlagos tápelemtartalmait, melyek a tápanyagmérleg számításoknál, valamint a tervezett termés tápelemigény-becslésénél iránymutatóul szolgálhatnak. A kísérlet adatait kezelésenként mutatjuk be, hogy módosító szerepüket meg tudjuk ítélni. A N-, P-, K-, Ca-, Fe és Mn-elemeknél a fajlagos tápelemtartalom a műtrágyázás hatására

#### 4. táblázat

A triticales fajlagos tápelemtartalmának alakulása a trágyázás hatására /1 t szem és a hozzátartozó melléktermékek tápelemtartalma/ /Örbottyán, 1981/

/1/ Keze- lés száma	N	P	/P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /	K	/K <sub>2</sub> O/	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu
	kg							g			
1.	23,9	5,1	/11,7/	18,1	/21,7/	3,6	2,3	388	91	47	11
2.	30,9	4,7	/10,8/	17,0	/20,4/	3,5	1,5	282	82	39	10
3.	24,1	6,6	/15,1/	19,5	/23,4/	3,1	2,3	416	88	41	10
4.	31,3	4,7	/10,8/	18,2	/21,8/	4,6	1,6	255	106	32	10
5.	29,9	4,7	/10,8/	20,0	/24,0/	4,1	1,6	283	85	40	10
6.	32,1	4,1	/9,4/	22,5	/27,0/	4,5	1,9	298	111	33	9
7.	32,0	4,0	/10,8/	22,6	/27,1/	4,4	2,0	326	108	26	8
a/ Átlag	30,1	4,8	/10,8/	20,0	/24,0/	4,1	1,8	308	98	35	10

7-34 %-kal növekedett. Ugyanakkor a tápanyaghiányos, egyoldalúan trágyázott kezelésekben a N kivételével a P, K, Ca, Mg, Mn, Zn és Cu fajlagos tápelemtartalmak 6-45 %-kal csökkentek.

Egyébként a kísérlet átlagában kapott fajlagos tápelemtartalmak az elemek többségében jelentősen nem térnek el a többi őszi kalászos gabonánövény-nél mért tartalmaktól.

## Összefoglalás

Szabadföldi NPK-trágyázási kísérletben karbonátos homoktalajon tanulmányoztuk a rövid tenyészidejű KT 77 triticales-fajta N-, P-, K-, Ca-, Mg-, Fe-, Mn-, Zn és Cu-felvételét és sebességét a teljes föld feletti részben a tenyészidő folyamán. A felvétel dinamikáját egy egyszerű fenodinamikai modellel is leírtuk és vizsgáltuk a műtrágyázás módosító hatását a fajlagos tápelemtartalmakra. A kapott eredmények a következők szerint összegezhetők:

- A triticales N-, P-, Ca- és Fe-felvétele a tenyészidő végéig tartott és a maximumot a betakarításkor mértük; a Mg-, Mn-, Zn- és Cu-felvétel már a teljes éréskor befejeződött, ezt követően a Mg kivételével gyakorlatilag nem változott. A K-felvétel a vegetatív növekedéssel párhuzamosan folyt és a generatív szakaszban már csökkent.

- A nitrogén, foszfor és cink nagyobb része a szemben, a magnézium és réz közel megosztva, míg a többi elem többsége a szalmában halmozódott fel.

- A N-, K-, Ca-, Mg-, Fe-, Mn- és Zn-felhalmozás sebessége a szárbaindulást követően érte el a maximumát, míg a P- és Cu-elemeknél a teljes érést megelőzően volt a legmagasabb.

- az NPK-, NP- és NK-kezelések szignifikánsan növelték a N-, P-, K-, Ca-, Mg-, Mn- és Cu-felvételét az összes, a Fe-felvételt a bokrosodás, a Zn-felvételt a kalászosítás fenofázisai kivételével. A NPK-műtrágyázás a szem- és szalmatermésben - a cink kivételével - szignifikánsan növelte a tápelemtartalmat.

- A tápelemtartalom sebességét a műtrágyázás általában növelte, de statisztikailag igazolhatóan csak a vegetatív növekedési szakaszban.

- A triticales tápelemtartalmának dinamikáját a műtrágyázástól függően mind a leépüléses, mind a leépülésmentes típus jellemezte.

- A modell alapján számított és a ténylegesen mért tápelemtartalmak igen szoros és szignifikáns lineáris összefüggést mutattak.

- A fajlagos tápelemtartalmakban a műtrágyázás a N-, P-, K-, Ca-, Fe- és Mn-elemeknél 7-34 %-os növekedést, ugyanakkor a P-, K-, Ca-, Mg-, Fe-, Mn-, Zn- és Cu-tápelemtartalomnál 6-45 %-os csökkenést is eredményezett.

## Irodalom

- BICZÓK Gy., BÉKÉSSY A. és RUDA M., 1982. Szántóföldi növények tápelemtartalmi dinamikájának modellezése. In: Neumann Számítógéptud. Társ. XI. Kollokviuma /Szerk.: GYÖRI I. et al./. 127-131. Szeged.
- KALRA, G. S. and DHIMAN, S. D., 1977. Uptake of nitrogen by wheat and triticales as influenced by rates of nitrogen under rainfed conditions. Ind. J. Agric. Res. 11. 221-225.
- KISS J. M. és KISS Á., 1981. Triticales eredmények és problémák. Növénytermelés. 30. 275-281.
- KUMAR, V. and SINGH, V. D., 1984. Effect of different sodium salts on the chemical composition and uptake of nutrients by triticales crop. Current Agriculture. 8. 34-43.
- LAL, P., REDDY, G. G. and MODI, M. S., 1978. Accumulation and redistribution pattern of dry matter and N in triticales and wheat varieties under water stress condition. Agron. J. 70. 623-626.
- LARGE, E. C., 1954. Growth stages in cereal illustration of the Feekes scale. Plant Pathology. 3. 128-129.

- LÁSZTITY B., 1987. A műtrágyázás hatása a triticales szárazanyag-felhalmozására és tápelemtartalmára. *Agrokémia és Talajtan*. 36.
- MODI, M. S. and LAL, P., 1981. Grain yield and nutrient uptake of triticales in relation to wheat varying levels of nitrogen under unirrigated conditions. *Ind. J. of Agron.* 26. 307-312.
- MUGWIRA, L. M. and PATEL, S. V., 1977. Root zone pH changes and iron uptake in balances by triticales, wheat and rye. *Agron. J.* 69. 719-722.
- PINO, N. I. y RODRIGUES, S. J., 1980. Economía del nitrógeno en genotipos de trigo y triticales II. Absorption y translocation de nitrógeno. *Ann. de Edafología y Agrobiológica*. 39. 1725-1734.
- PRASAD, R. and SINGH, S., 1983. Relative efficiency of triticales and spring wheat in utilizing phosphate from different fertilizers. *Cer. Res. Commun.* 11. 153-154.
- TABL, M. M. A. and KISS, Á., 1983. Chemical and quality characters of triticales and wheat grown at two plant densities and different levels of nitrogen fertilizers. *Cer. Res. Commun.* 11. 257-281.
- TARKOWSKI, Cz., 1972. Hodowla Triticales. *Bul. Inst. Hod. i Aklim. Rosl.* 5-6. 71-74.

*Érkezett: 1987. március 17.*

# The Effect of Fertilization on the Dynamics of Nutrient Uptake in Triticale

B. IÁSZTITY and G. BICZÓK

Research Institute for Soil Science and Agricultural Chemistry of the Hungarian Academy of Sciences, Budapest

## Summary

A field NPK fertilization experiment on a chernozem-type sandy soil was conducted to study the quantity and rate of N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn and Cu uptake by the triticale variety KT 77 in the whole above-ground part during its short vegetative period. The dynamics of uptake was described by a simple two-subcompartment model and the modifying effect of fertilization on the specific nutrient contents was examined. The results can be summarized as follows:

- The N, P, Ca and Fe uptake by triticale continued through the growing season, reaching a maximum at harvest, while the uptake of Mg, Mn, Zn and Cu was completed by the milky ripening stage, after which practically no change was observed except for Mg. K uptake rose parallel to vegetative growth, but decreased during the generative phase.
- The majority of the N, P and Zn accumulated in the grain, the Mg and Cu was fairly evenly distributed and the majority of the other elements accumulated in the straw.
- The rate of accumulation of N, K, Ca, Mg, Fe, Mn and Zn reached a maximum after shooting, while for P and Cu the highest values were observed prior to milky ripening.
- The NPK, NP and NK treatments significantly increased the uptake of Ca, Mg, Mn and Cu in each growing stage, that of Fe in all but the tillering phase, and that of Zn in all but the earing phase. NPK fertilization significantly increased nutrient uptake in the grain and straw yield, with the exception of zinc.
- In general, fertilization increased the rate of nutrient uptake, though this was statistically significant only during the vegetative growth phase.
- The dynamics of triticale nutrient uptake was characterized by both the reflux and reflux-free types, depending on fertilization.
- A very close and significant linear correlation was found between the measured nutrient uptake data and that calculated on the basis of the model.
- Fertilization resulted in a 7-34% increase in specific nutrient contents for the elements N, P, K, Ca, Fe and Mn, though reductions of 6-45% were also observed for P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn and Cu.

*Table 1.* Effect of fertilization on the rate of nutrient uptake during the vegetation period /whole above-ground part/. /Triticale variety KT 77, Órbottyán, 1981/. /1/ Treatment. a/  $LSD_{5\%}$ ; b/ Average. /2/ Sampling intervals. Note: The rates indicated are the means measured between two consecutive sampling times. <sup>x</sup> The quantity of dry matter was significantly different between two consecutive sampling times; <sup>xx</sup>  $LSD_{5\%}$  within the column.

*Table 2.* Effect of fertilization on the nutrient uptake of triticale /Órbottyán, 1981/. /1/ Treatment. a/  $LSD_{5\%}$ ; b/ Average; c/ % of total uptake. A. Grain. B. Straw.

*Table 3.* Parameters of correlation studies on the measured nutrient uptake data and those calculated using the model. /1/ Nutrient. /2/ Regression constant, a. /3/ Regression coefficient, b. /4/ Correlation coefficient, r. <sup>xxx</sup> Significant at  $P = 0,1\%$  level.

*Table 4.* Trend in specific nutrient content of triticales as the result of fertilization /nutrient content of 1 ton grain and the associated by-products/ [Órbottyán, 1981/. /1/ Treatment. a/ Average.

*Fig. 1.* Effect of fertilization on the N, P and K uptake of triticales. Treatments: a/ Control. Horizontal axis: sampling dates.

*Fig. 2.* Effect of fertilization on the Ca, Mg and Fe uptake of triticales. For treatments and sampling dates: See Fig. 1.

*Fig. 3.* Effect of fertilization on the N, P and K uptake of triticales. Treatments: a/ Control. Horizontal axis: sampling dates.